

ANAMORPHIC LUMINOUS FLUX SHAPING OPTICAL SYSTEM AND SHAPING METHOD

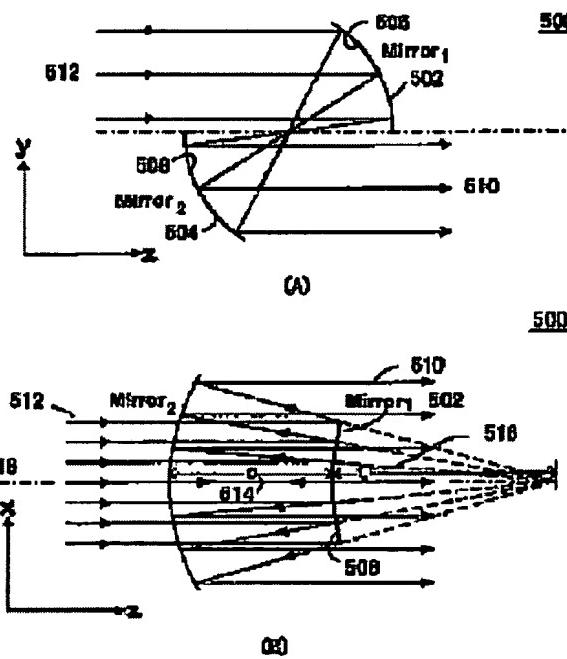
Patent number: JP11326768
Publication date: 1999-11-26
Inventor: LESLIE D HU
Applicant: NIKON CORP
Classification:
 - International: G02B17/08; G02B13/18
 - European:
Application number: JP19990112217 19990420
Priority number(s):

Also published as:
 US6022114 (A1)

Abstract of JP11326768

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical system which makes regions of desired shapes uniform, which has min. aberrations, is free of chipping in output luminous fluxes and makes illumination with high efficiency by constituting the system in such a manner that the incident luminous flux on a first reflection anamorphic surface is reflected toward a second reflection anamorphic surface.

SOLUTION: This system has a first reflection anamorphic surface having a first aspherical sectional-surface in a first direction and a second aspherical sectional-surface in a second direction and a second reflection anamorphic surface having a third aspherical sectional-surface in the first direction and a fourth aspherical sectional-surface in the second direction. The system is so constituted that the incident luminous flux on the first reflection anamorphic surface is reflected toward the second reflection anamorphic surface. For example, the reflection type anamorphic system 500 includes a mirror1 502 and a mirror2 504. The y-z section 506 of the mirror1 502 and the y-z section 508 of the mirror2 504 are respectively the sectional surfaces of parabolas. The mirror1 502 and the mirror2 504 are off-axial portions of the anamorphic surfaces.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-326768

(43)公開日 平成11年(1999)11月26日

(51)Int.Cl.⁸

G 0 2 B 17/08
13/18

識別記号

F I

G 0 2 B 17/08
13/18

A

審査請求 未請求 請求項の数22 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平11-112217

(22)出願日 平成11年(1999)4月20日

(31)優先権主張番号 09/071749

(32)優先日 1998年5月1日

(33)優先権主張国 米国(US)

(71)出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72)発明者 レズリー、ディー、マー

アメリカ合衆国 95131 カリフォルニア、

サンホセ プレアリーフ サークル

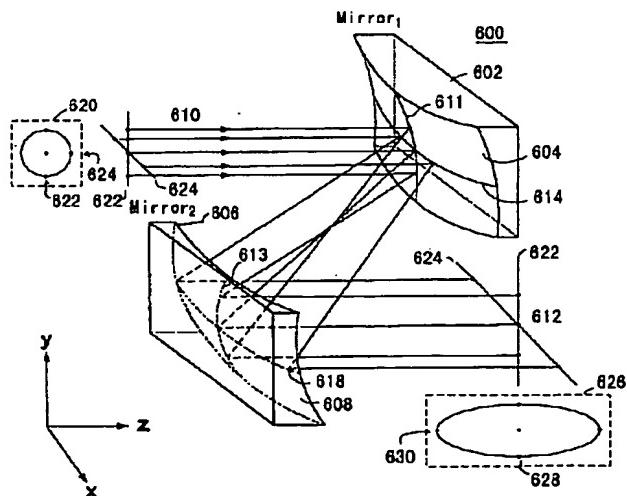
1222

(54)【発明の名称】 アナモフィック光束整形光学系および整形方法

(57)【要約】

【課題】所望の形状の領域を、均一に、最小の収差で、出力光束に欠けが無く、高効率に照明する光学系および方法。

【解決手段】第一のアナモフィック面に入射した光束の、互いに直角な方向に、異なる倍率をもたらす、第一と第二の反射アナモフィック面を持った、アナモフィック光束整形光学系および整形方法。更に、アナモフィック面は、二つの互いに直角な方向に放物線断面を持ち、放物線断面は、基底曲率半径を持ち、そして第一と第二方向の倍率は、第一と第二方向の基底曲率半径の比により決定される、アナモフィック光束整形光学系および整形方法。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】第一方向に第一の非球面断面と、第二方向に第二の非球面断面とを持つ第一反射アナモフィック面と、前記第一方向に第三の非球面断面と、前記第二方向に第四の非球面断面とを持つ第二反射アナモフィック面とを持ち、

前記第一反射アナモフィック面に入射した入射光束は、前記第二反射アナモフィック面向かって反射されるように構成されることを特徴とするアナモフィック光束整形光学系。

【請求項 2】前記第一反射アナモフィック面と、前記第二反射アナモフィック面とで、無限系を構成することを特徴とする請求項 1 に記載のアナモフィック光束整形光学系。

【請求項 3】前記第一反射アナモフィック面に入射した前記入射光束は、平行光束であることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載のアナモフィック光束整形光学系。

【請求項 4】前記第一方向の前記第一の非球面断面と、前記第一方向の前記第三の非球面断面とにより、前記平行光束の前記第一方向の倍率 M_1 を生成することを特徴とする請求項 1 から請求項 3 の何れか 1 項に記載のアナモフィック光束整形光学系。

【請求項 5】前記第二方向の前記第二の非球面断面と、前記第二方向の前記第四の非球面断面とにより、平行光束の前記第二方向の倍率 M_2 を生成することを特徴とする請求項 4 に記載のアナモフィック光束整形光学系。

【請求項 6】前記倍率 M_1 が正、負または 1 となることを特徴とする請求項 5 に記載のアナモフィック光束整形光学系。

【請求項 7】前記倍率 M_2 が正、負または 1 となることを特徴とする請求項 6 に記載のアナモフィック光束整形光学系。

【請求項 8】前記第一の非球面断面が基底曲率半径 R_1 の放物線断面で、前記第三の非球面断面が基底曲率半径 R_3 の放物線断面を持つことを特徴とする請求項 7 に記載のアナモフィック光束整形光学系。

【請求項 9】前記倍率 M_1 、前記第一の非球面断面の前記基底曲率半径 R_1 、前記第三の非球面断面の前記基底曲率半径 R_3 、において、 M_1 が R_3 / R_1 に等しいことを特徴とする請求項 8 に記載のアナモフィック光束整形光学系。

【請求項 10】前記第二の非球面断面が基底曲率半径 R_2 の放物線断面で、前記第四の非球面断面が基底曲率半径 R_4 の放物線断面を持つことを特徴とする請求項 9 に記載のアナモフィック光束整形光学系。

【請求項 11】前記倍率 M_2 、前記第二の非球面断面の前記基底曲率半径 R_2 、前記第四の非球面断面の前記基底曲率半径 R_4 、において、 M_2 が R_4 / R_2 に等しいことを

特徴とする請求項 10 に記載のアナモフィック光束整形光学系。

【請求項 12】前記第一方向と前記第二方向とが直交することを特徴とする請求項 11 に記載のアナモフィック光束整形光学系。

【請求項 13】放射光束を、第一方向に第一の非球面断面と第二方向に第二の非球面断面とを持つ第一反射アナモフィック面に導き、前記放射光束は、前記第一反射アナモフィック面で反射され、前記第一方向に第三の非球面断面と前記第二方向に第四の非球面断面とを持つ第二反射アナモフィック面に向けられ、前記第二反射アナモフィック面で反射され、るように構成されることを特徴とする、放射光束をアナモフィックに整形する方法。

【請求項 14】前記放射光束の前記第一方向の倍率 M_1 が、前記第一の非球面断面と前記第三の非球面断面とによって導かれることを特徴とする請求項 13 に記載の放射光束をアナモフィックに整形する方法。

【請求項 15】前記放射光束の前記第二方向の倍率 M_2 が、前記第二の非球面断面と前記第四の非球面断面とによって導かれることを特徴とする請求項 14 に記載の放射光束をアナモフィックに整形する方法。

【請求項 16】前記第一方向の倍率 M_1 が正、負または 1 となることを特徴とする請求項 15 に記載の放射光束をアナモフィックに整形する方法。

【請求項 17】前記第二方向の倍率 M_2 が正、負または 1 となることを特徴とする請求項 16 に記載の放射光束をアナモフィックに整形する方法。

【請求項 18】前記第一の非球面断面が基底曲率半径 R_1 の放物線断面で、前記第三の非球面断面が基底曲率半径 R_3 の放物線断面を持つことを特徴とする請求項 17 に記載の放射光束をアナモフィックに整形する方法。

【請求項 19】前記倍率 M_1 、前記第一の非球面断面の前記基底曲率半径 R_1 、前記第三の非球面断面の前記基底曲率半径 R_3 、において、 M_1 が R_3 / R_1 に等しいことを特徴とする請求項 18 に記載の放射光束をアナモフィックに整形する方法。

【請求項 20】前記第二の非球面断面が基底曲率半径 R_2 の放物線断面で、前記第四の非球面断面が基底曲率半径 R_4 の放物線断面を持つことを特徴とする請求項 19 に記載の放射光束をアナモフィックに整形する方法。

【請求項 21】前記倍率 M_2 、前記第二の非球面断面の前記基底曲率半径 R_2 、前記第四の非球面断面の前記基底曲率半径 R_4 、において、 M_2 が R_4 / R_2 に等しいことを特徴とする請求項 20 に記載の放射光束をアナモフィックに整形する方法。

【請求項 22】前記第一方向と前記第二方向とが直交することを特徴とする請求項 21 に記載の放射光束をアナモフィックに整形する方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、所望の形状の均一に照明された領域を作る為の方法と装置に関する。特に、本発明は、収差が最小で、出力光束に欠け (obscure) がない、高効率に均一照明された領域を作るためのアナモフィック光束整形装置と方法に関する。さらに本発明は、アナモフィック面の軸外しの部分を使ったアナモフィック光束整形装置と方法に関する。

【0002】

【従来の技術】コリメートされた（平行な）光がレンズ系に入射すると、出力側から出る光は以下の三つの特色のうちのどれかを示す。（1）レンズ系の外で実焦点に集光する。（2）レンズ系の中の虚焦点から発散するよう見える。（3）入力した平行光とは異なった特性の平行光として出てくる。ケース1と2の場合は、レンズ系の近軸結像特性は、一对の主平面と焦点距離により厳密にモデル化できる。ケース3の場合は、ひとつの有限な焦点距離では、このレンズ系の近軸特性をモデル化できない；実際、焦点距離は無限で、出力焦点位置はレンズ位置より無限に内側にあり、主平面はレンズの前側無限遠にある。このようなレンズ系は、無限系 “afocal” または無焦点距離 “without focal length” と呼ばれる。社会的慣例としてレンズ “lens” が単レンズ素子および複数レンズ素子の両方のレンズ系を表すことに従うと、これらは無限系レンズ “afocal lenses” と呼ばれる。

【0003】単純な無限系は、第一レンズの後側焦点が第二レンズの前側焦点と一致するような2枚のレンズで作られる。単純な無限系には、両方のレンズとも正レンズの場合と、一方のレンズが負レンズの場合との、二つのケースがある。二つの正レンズを含む無限系は、最初に Johannes Kepler によって記述されたことからケプラー型とよばれる。負レンズを含む無限系は、ガリレオ型と呼ばれる。一般に、無限系は、二枚の薄肉レンズからなる最も単純なモデルとして、パワーを持った少なくとも二つの面からなっている。

【0004】第一レンズが正の屈折力を持ち（「第一」レンズは物体側にある）、第二レンズが負屈折力を持つものの組合せをガリレオ型と呼ぶ。第一レンズが負屈折力を持ち、第二レンズが正屈折力を持つレンズの組合せを逆ガリレオ型と呼ぶ。レンズ系に無限系を付属することにより、像の形や縮尺を一軸方向に縮めたり伸したりすることができる。このような装置を “anamorphoser” または無限系アナモフィックアタッチメント “anamorphic afocal attachments” と呼ばれる。この一つの場合がシリンドリカル・ガリレオ望遠鏡である。ケプラー型は使われたとしても希である。というのも、シリンドリカル・ケプラー望遠鏡は一方向に像の反転をもたらすからである。二つのプリズムを使ってもアナモフィックな像圧縮は得られる。

【0005】アナモフィックな、光束の整形が可能な、

照明システムに対する需要が高まりつつある。この需要の一つに、フォトリソグラフィーの分野で、平行光束で非対称な領域の照明が要望されている。その他の需要として、レーザビーム整形の分野で、例えば半導体レーザの楕円形の出力を、望ましい円形の出力に整形する需要がある。その他の需要として、例えばX線のような適切な屈折媒質の無いスペクトル帯域のビーム整形を提供することがある。

【0006】所望の照明領域を作り出すための従来技術を図1に示す。パワーPinを持った平行光束102が、所望の照明領域100の形状をした開口106を持つマスク104を照明する。照明領域100はパワーPoutを持つが、入力平行光束102の大きさと開口106との相対的な大きさで決るPoutはPinより小さい。システムの中で効率が問題となる場合は、この方法で充分である。効率は、 $\eta = P_{out} / P_{in}$ で表される。ここで、Poutは出力光束100のパワーを、Pinは入力光束102のパワーを表す。おわかりのように効率は非常に低い。

【0007】その他の光束変倍、整形方法として、入力光束にアナモフィックな変倍をもたらすプリズムまたは円筒レンズの使用が知られている。図2にそういったアナモフィックシステム200を示す。アナモフィックシステム200は、入力光束206をアナモフィックな出力光束208に整形するために、一つの正の円筒レンズ素子202と一つの負の円筒レンズ素子204とを持っている。これらのシステムの効率 η は、 P_{out}/P_{in} である。ここで、Poutは出力光束208のパワーを、Pinは入力光束206のパワーを示す。レンズ素子での透過損失が無いとすると、効率 $\eta \approx 1$ となる。しかし、円筒レンズやプリズムを制作できる屈折部材のスペクトル帯域によりレンズの選択肢は限られる。さらに、もし入力光束が広い波長帯域幅を持っていると、レンズ装置は色収差を発生する。

【0008】図3は、図2に示したアナモフィックシステム200の、ミラーを使った等価物300である。入力光束302はミラー304に入射し、次いでミラー306に入射する。アナモフィックに整形された光束を得るために、ミラー304とミラー306の表面は円筒面となっている。出力光束308は、図示する都合上 90° 回転させており、出力光束308のアナモフィック変倍を示している。システムを図3に示すように共通軸を持つように構成すると、出力光束308は、ミラー304のために中央部310が欠ける。欠け310は、ミラー304の陰である。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】上に述べた先行技術のシステムは、低効率だったり、収差が残っていたり、出力光束に欠けがったりした。従って、均一に所望の形状の領域を、最小の収差かつ高効率に照明する装置および方法に対する需要がある。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、上記お

よびその他の長所は、第一と第二のアナモフィックな反射面をもったアナモフィックシステムにより達成される。（方向により）異なる倍率を生じる反射型アナモフィック面は、平行光束に対して垂直である。本発明の一つの例として、アナモフィック面が基底曲率半径（base radii of curvatures）の放物線の断面からなる場合がある。それぞれの方向の倍率は、第一と第二のアナモフィック面のそれぞれの方向の断面の放物線の曲率半径の比で決定される。

【0011】

【発明の実施の形態】以下の詳細な説明は、本発明の現時点での好ましい実施例である。詳細な説明は、上で述べた図を使って説明するが、本発明は、これら図示された実施例に限定される物でないことは言うまでもなく、これ以外の実施例も可能であるし、すべて本発明の範囲からはずれることなく、そのいくつかの細部を自明の範囲で変形することも可能である。

【0012】

$K = 0$	球面
$-1 < K < 0$	光軸周りの回転楕円面（偏長回転楕円面）
$K = -1$	放物面
$K < -1$	双曲面
また、 $K = -e^e$	ここで e は、離心率
$K > 0$	扁平回転楕円面（円錐断面ではない）短軸周りの回転
楕円面	

$$K = e^2 / (1 - e^2) \quad \text{ここで } e \text{ は楕円体の離心率である。}$$

【0014】図5Aは、無限系の、光束に欠けや収差のない反射型アナモフィックシステム（又はアナモフィック光束整形光学系。以下同様）500の側面図である。アナモフィックシステムは、二つの直角方向の像の倍率が異なることによって定義されるアナモフィック変倍をもたらす。反射型アナモフィックシステム500は、ミラー₁502とミラー₂504とを含む。ミラー₁502のy-z断面506とミラー₂504のy-z断面508は、それぞれ放物線の断面になっている。ミラー₁502とミラー₂504とは、アナモフィック面の軸外し部分となっている。放物線の断面を持つアナモフィック面506および508は、直角方向では、凹面または凸面となっている。ミラー₁502および504それぞれの面が共通の焦点を持つ。ミラー₁502は、y-z面で放物線の断面を持つ。R_{1y}は曲面506のy-z断面の放物線基底曲率半径、K_{1y}は曲面506のy-z断面の放物線の円錐係数であり、K_{1y}=-1となる。ミラー₂504もy-z面で放物線の断面を持つ。R_{2y}は曲面508のy-z断面の放物線基底曲率半径、K_{2y}は曲面508のy-z断面の放物線の円錐係数である。もしR_{2y}=R_{1y}なら、y方向の変倍率M_y=R_{2y}/R_{1y}=1となる。変倍率M_y=1の場合、y-z平面では出力光束510と入力光束512は同じ大きさとなる。

【0015】図5Bは、図5Aに示した反射型アナモフィックシステム500の平面図を示す。ミラー₁502のx-z断面506とミラー₂504のx-z断面508は、それぞれ放物

【実施例】図4は、x方向、y方向ともに左右対称であるが回転対称ではない非球面を示す。曲線S_y400は、y-z平面上で非球面曲線である。曲線S_x402は、x-z平面上で非球面曲線である。点P404は、曲線S_{xy}406上にある。曲線S_y402は基底曲率半径R_yによって特徴づけられ、曲線S_xは基底曲率半径R_xにより特徴づけられる。曲線S_y400の曲率C_yは1/R_yで、曲線S_x402の曲率C_xは1/R_xである。Z408の値はサグ（点Pのx-y平面（図中斜線で示す）からの距離）と呼ばれる。サグZ408は、次のように計算される：

$$z = (C_x x^2 + C_y y^2) / [1 + \sqrt{1 - (1 + K_x) C_x^2 x^2 - (1 + K_y) C_y^2 y^2}]$$

ここで、SQR { } は、{ } 内の値の平方根を表し、K_yとK_xは、それぞれyとxの円錐係数であり、以下に示すK値と対応する曲面のタイプと同じように離心率に対応する。

【0013】

線の断面になっている。R_{1x}は曲面506のx-z面断面の基底曲率半径、K_{1x}は曲面506のx-z断面の放物線の円錐係数であり、K_{1x}=-1となる。R_{2x}は曲面508のx-z面断面の基底曲率半径、K_{2x}は曲面508のx-z断面の放物線の円錐係数であり、K_{2x}=-1となる。R_{2x}=2(D+f_x)ここでDはミラー₁502の面506とミラー₂504の面508との軸上の距離514をあらわし、f_xはミラー₂のx-z平面上の軸方向の焦点距離516を表す。x軸方向の倍率M_xは、M_x=f_{2x}/f_{1x}=R_{2x}/R_{1x}=2(D+f_x)/R_{1x}となる。ミラー₁502とミラー₂504とは直角方向に放物線の断面を持つので、二つのミラー₁502と504との共通光軸518に沿って進行する平行光線で照明されると無収差で収束する。これは二つの共焦点の放物面が無限共役の構成で、倍率を持った無限系システムであるCassegrain-Mersenne 望遠鏡と似ている。このシステムでは像面湾曲を除いた全ての三次収差は、放物線の断面を持った二つの面により補正される。屈折面を一つも持たないので、反射型アナモフィックシステム500の全て反射面という特徴は、X線を使った応用のような適当な屈折物質の無い場合に良く適応する。

【0016】図6は、アナモフィック変倍を得るために垂直方向の断面が放物線の形状の反射面を持った反射型アナモフィックシステム600の側面図である。アナモフィックシステム600は、y-z平面内に凹放物線断面のアナ

モフィック反射面604を持ったミラー₁602を含む。R_{1y}はアナモフィック面604のy-z断面の放物線基底曲率半径、K_{1y}はアナモフィック面604のy-z断面の放物線の円錐係数である。このアナモフィックシステムは更に、y-z平面内に凹放物線断面のアナモフィック反射面608を持ったミラー₂606を含む。R_{2y}はアナモフィック面608のy-z断面の放物線基底曲率半径である。K_{2y}はアナモフィック面608のy-z断面の放物線の円錐係数である。平行光束610がアナモフィック面604に入射し、反射型アナモフィック面608で平行光束612として反射される。図6に示された平行光束610は、光線のy平面の部分として表される。面604上の線611は、アナモフィック面604の凸放物線断面の頂点である。線613は、アナモフィック面608の最下点である。

【0017】図7は、図6に示した反射型アナモフィックシステム600の平面図を示す。ミラー₁602のx-z面で定義される面604と、ミラー₂606のx-z面で定義される面608は、それぞれ面内で放物線の断面を持つ。R_{1x}はアナモフィック面604のx-z断面の放物線基底曲率半径、K_{1x}はアナモフィック面604のx-z断面の放物線の円錐係数である。R_{2x}はアナモフィック面608のx-z断面の放物線基底曲率半径である。K_{2x}はアナモフィック面608のx-z断面の放物線の円錐係数である。ミラー₁602とミラー₂606は、それぞれ面604と面608を持ち、それぞれの面が一つのアナモフィック面の軸外の一部となっている。点線614は、面604の中間部分であり、ここで放射光束の中央水平部分が面604に当ることを示している。同様に、線618は、面608の中間部分である。図7に示した入射光束610は、面604に入射する光束のx-z断面を示す。出力光束612は、面608からの出力のx-z断面を示す。

【0018】図8は、図6及び図7で示した反射型アナモフィックシステムの透視図である。点線囲み620は、ミラー₁の面604へ入射する五つの光線により、入射平行光束610の形状を示している。y方向に垂直点列622と、x方向に水平点列624が示される。点線囲み626は、アナモフィックシステム600を出射する五本の入射光線の出射点により、平行光束612の出射形状を示す。y方向での点の集合628は、垂直方向に同じ分離を持つこと、つまりy方向に対して拡大倍率が無いことを示している。x方向の点集合630は、広がっていること、つまりx方向に正の拡大倍率を持つことを示している。本発明の応用の一例として、R_{1y}=4、K_{1y}=-1、R_{2y}=4、K_{2y}=-1と仮定すると、光束のy方向の変倍比は、R_{2y}/R_{1y}=4/4=1となる。もしR_{1x}=4、K_{1x}=-1、R_{2x}=12、K_{2x}=-1ならば、x方向の光束の変倍比は、R_{2x}/R_{1x}=12/4=3となる。これは、方位比（アスペクト比、aspect ratio）(x:y)がもともと1:1であったものが3:1の方位比となっている。

【0019】図9A-Dは、いかにケプラー型またはガリレオ型レンズ構成が、入射光束を広げ、拡大（正倍

率）、または光束を狭め、縮小（負倍率）することによって、光束を整形するために使われるかを示す。図9Aは、二つの正レンズ900と902がケプラー型のレンズ構成にあり、入射平行光束904をレンズ素子900と902との屈折力の比に応じて拡大することを示す。

【0020】図9Bは、二つの正レンズ906と908がケプラー型のレンズ構成にあり、入射平行光束910をレンズ素子906と908との屈折力の比に応じて縮小、圧縮することを示す。図9Cは、正レンズ912と負レンズ914がガリレオ型のレンズ構成にあり、入射平行光束916をレンズ素子912と914との屈折力の比に応じて縮小、圧縮することを示す。

【0021】図9Dは、負レンズ918と正レンズ920がガリレオ型のレンズ構成にあり、入射平行光束922をレンズ素子918と920との屈折力の比に応じて拡張、拡大することを示す。図10A-10Cは、ケプラー型またはガリレオ型においてアナモフィックなミラー要素を使っていかに光束の変倍、整形が為されるかを示す。

【0022】図10Aと図10Bは、図10Aのy-z面で放物線断面を持った反射面のケプラー型構成1002と、図10Bのx-z面で放物線断面を持った反射面のガリレオ型構成1004とで構成される反射型アナモフィックシステム1000を示す。ケプラー型構成1002は、y-z面に正

(四) 放物断面を持った反射面1006とy-z面に正放物断面を持った反射面1008とを持つ。平行光束1010のy方向の倍率は、y-z面における面1006と1008の放物線断面の基底曲率半径の値で決定される。ガリレオ型構成1004は、x-z面に負（凸）放物線断面を持った反射面1012とx-z面に正放物線断面を持った反射面1014とを持つ。平行光束1010のx方向の倍率は、x-z面における面1012と1014の放物線断面の基底曲率半径の値で決定される。

【0023】図10Cは、入射円形光束1018が、図10Bで示したx-z面で反射面1012と1014のガリレオ型構成によりx方向が拡張、拡大された後の出力楕円光束1020を示す。また、図10Dは、入射楕円光束1022と、図10Bで示したx-z面における反射面1012と1014のガリレオ型構成によりx方向が拡張、拡大された後の出力円形光束1024を示す。本アナモフィックシステム1000の光束整形能力は、これらの実施例からも明らかである。

【0024】図11Aと図11Bは、図11Aのy-z面で放物線断面を持った反射面のケプラー型構成1028と、図11Bのx-z面で放物線断面を持った反射面のケプラー型構成1030とで構成される反射型アナモフィックシステム1026を示す。ケプラー型構成1028は、y-z面に正放物断面を持った反射面1031とy-z面に正放物断面を持った反射面1032とを持つ。平行光束1034のy方向の倍率は、y-z面における面1031と1032の放物線断面の基底曲率半径の値で決定される。ケプラー型構成1030は、x-z面に正放物断面を持った反射面1036とx-z面に正放物断面を持った反射面1038とを持つ。平行光束1034のx方向

の倍率は、 $x-z$ 面における面1036と1038の放物線断面の基底曲率半径の値で決定される。

【0025】図11Cは、入射円形光束1040と、 $y-z$ 面における反射面1030と1032のケプラー型構成により y 方向に拡大、拡張され、また $x-z$ 面における反射面1036と1038のケプラー型構成により x 方向に拡大、拡張された後の出力円形光束1042を示す。図12Aと図12Bは、図12Aの $y-z$ 面で放物線断面を持った反射面のガリレオ型構成1046と、図12Bの $x-z$ 面で放物線断面を持った反射面のケプラー型構成1048とで構成される反射型アナモフィックシステム1044を示す。ガリレオ型構成1046は、 $y-z$ 面に負放物断面を持った反射面1050と $y-z$ 面に正放物断面を持った反射面1052を持つ。平行光束1054の y 方向の倍率は、 $y-z$ 面における面1050と1052の放物線断面の基底曲率半径の値で決定される。ケプラー型構成1048は、 $x-z$ 面に正放物断面を持った反射面1056と $x-z$ 面に正放物断面を持った反射面1058を持つ。平行光束1054の x 方向の倍率は、 $x-z$ 面における面1056と1058の放物線断面の基底曲率半径の値で決定される。

【0026】図12Cは、入射円形光束1060と、図12Aで示した $y-z$ 面における反射面1050と1052のガリレオ型構成により y 方向に拡張された後の出力楕円光束1062を示す。また、図12Dは、入射楕円光束1064と、図12Aで示した $y-z$ 面における反射面1050と1052のガリレオ型構成により y 方向に拡張された後の出力円形光束1066を示す。

【0027】図13Aと図13Bは、図13Aの $y-z$ 面で放物線断面を持った反射面のガリレオ型構成1070と、図13Bの $x-z$ 面で放物線断面を持った反射面のガリレオ型構成1072とで構成される反射型アナモフィックシステム1068を示す。ガリレオ型構成1070は、 $y-z$ 面に負放物断面を持った反射面1074と $y-z$ 面に正放物断面を持った反射面1076を持つ。平行光束1078の y 方向の倍率は、 $y-z$ 面における面1074と1076の放物線断面の基底曲率半径の値で決定される。ガリレオ型構成1072は、 $x-z$ 面に負放物断面を持った反射面1080と $x-z$ 面に正放物断面を持った反射面1082を持つ。平行光束1078の x 方向の倍率は、 $x-z$ 面における面1080と1082の放物線断面の基底曲率半径の値で決定される。

【0028】図13Cは、入射円形光束1084と、図13Aに示したように、 $y-z$ 面における反射面1074と1076のガリレオ型構成により y 方向に拡大、拡張され、また図13Bに示したように、 $x-z$ 面における反射面1080と1082のガリレオ型構成により x 方向に拡大、拡張された後の出力円形光束1086を示す。尚、前記実施例において、反射型アナモフィックシステムは無限系で構成されている例を示したが、これに限らず有限系で構成しても構わない。また、入射光束は、平行光束に限らず収斂光束でも発散光束でも構わないことは、言うまでもない。

【0029】既に述べた本発明の実施例に関する記載

は、図示および説明のためのものであり、開示内容を全て記載し、発明を限定するための物ではない。記載内容に照らしてみれば、容易な変形例や応用例も可能である。実施例は、本発明の原理を最も良く表す物と実質的な応用を選んで説明したので、通常の技術を持った当業者が本発明をいろいろな実施例や変形例に応用することが可能である。これら全ての変形例応用例は、添付のクライムを正しい、合法な、公正な幅を持って解釈すると本発明の範囲に含まれる。

【0030】

【発明の効果】以上の発明により、第一と第二の反射アナモフィック面は、第一反射アナモフィック面に入射した光束の整形および変倍を行うことができる。また、第一と第二の反射アナモフィック面は、第一と第二の方向の放物線断面の基底曲率半径によって決る第一と第二の倍率を持った直交する放物線断面を持つ。この方法および装置によって、X線のような適當な屈折媒質のないスペクトル領域へ応用して使うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】マスクを持った開口を照明することにより整形された光束を得るための従来技術に係る装置を示す。

【図2】入射光束のアナモフィック変倍のための円筒レンズを用いた従来技術に係る装置を示す。

【図3】図2に示した装置の反射面を用いた従来技術に係る装置の例を示す。

【図4】円錐面を定義するパラメータの関係を示す。

【図5】A

本発明に係るアナモフィックシステムの側面図である。

図5B

図5Aに示したアナモフィックシステムの平面図である。

【図6】放物線断面を持ったアナモフィックシステムの側面図である。

【図7】図6に示したアナモフィックシステムの平面図である。

【図8】図5および図6に示したアナモフィックシステムの透視図である。

【図9】A

光束拡大用ケプラー型レンズ構成を示す。図9Bは光束縮小用ケプラー型レンズ構成を示す。図9Cは光束縮小用ガリレオ型レンズ構成を示す。図9Dは光束拡大用ガリレオ型レンズ構成を示す。

【図10】A

y 方向にケプラー型、 x 方向にガリレオ型構成を持つ反射型アナモフィックシステムの、 $y-z$ 面でのケプラー型構成を示す。図10Bは y 方向にケプラー型、 x 方向にガリレオ型構成を持つ反射型アナモフィックシステムの、 $x-z$ 面でのガリレオ型構成を示す。図10Cは図10Aと図10Bに示すシステムの入力と出力光束形状を示す。図10Dは図10Aと図10Bに示すシステムの

入力と出力光束形状を示す。

【图 11】A

y 方向にケプラー型、 x 方向にケプラー型構成を持つ反射型アナモフィックシステムの、 y - z 面でのケプラー型構成を示す。図 11 B は y 方向にケプラー型、 x 方向にケプラー型構成を持つ反射型アナモフィックシステムの、 x - z 面でのケプラー型構成を示す。図 11 C は 図 11 A と図 11 B に示すシステムの入力と出力光束形状を示す。

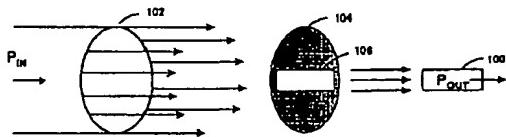
【図12】A

y 方向にガリレオ型、x 方向にケプラー型構成を持つ反射型アナモフィックスистемの、y-z面でのガリレオ型構成を示す。

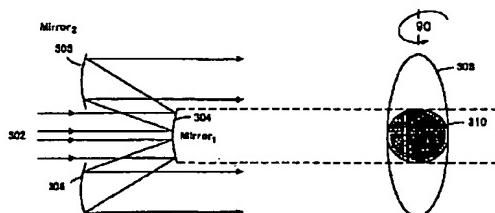
図12B

y 方向にガリレオ型、x 方向にケプラー型構成を持つ反射型アナモフィックシステムの、x-z 面でのケプラー型構成を示す。図 1 2 C は図 1 2 A と図 1 2 B に示すシステムの入力と出力光束形状を示す。図 1 2 D は図 1 2 A と図 1 2 B に示すシステムの入力と出力光束形状を示す。

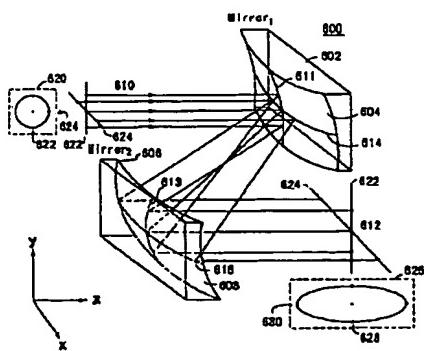
〔図 1〕



〔四三〕



[图 8]



す。

〔図13〕A

y 方向にガリレオ型、**x** 方向にガリレオ型構成を持つ反射型アナモフィックシステムの、**y-z**面でのガリレオ型構成を示す。図 1 3 B は **y** 方向にガリレオ型、**x** 方向にガリレオ型構成を持つ反射型アナモフィックシステムの、**x-z**面のガリレオ型構成を示す。図 1 3 C は 図 1 3 A と図 1 3 B に示すシステムの入力と出力光束形状を示す。

【符号の説明】

304, 502, 602

ミラー

306, 504, 606

ミラー2

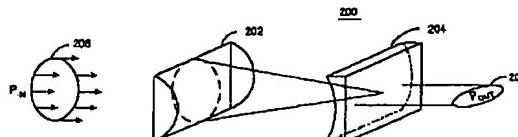
102, 206, 302, 512, 610, 1018, 1022, 1040, 1060, 1064, 1084

入射光束

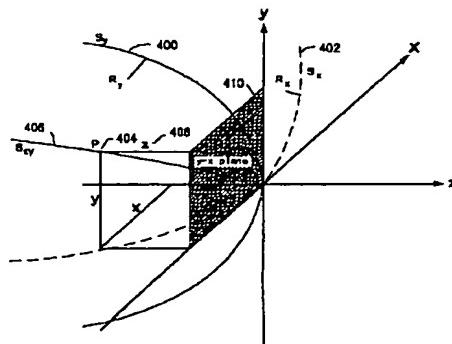
100, 208, 308, 510, 612, 1020, 1024, 1042, 1062, 1066, 1086

出力光束

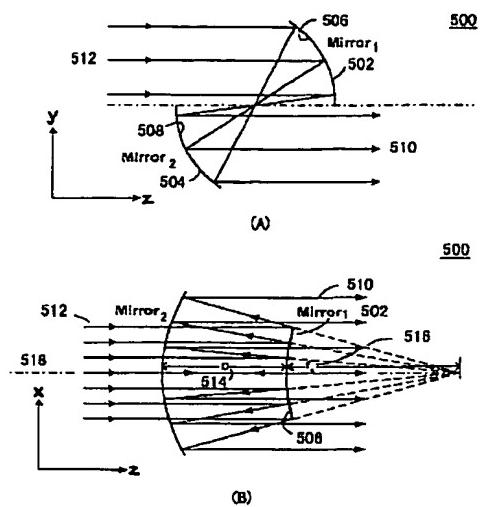
【図2】



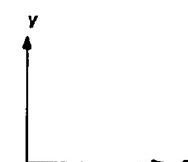
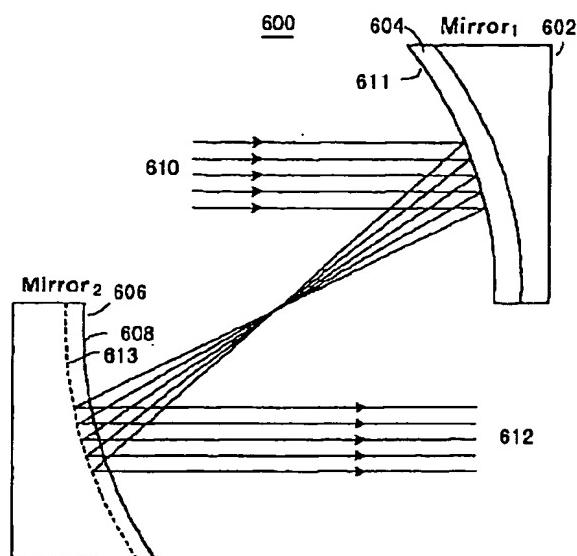
〔四〕



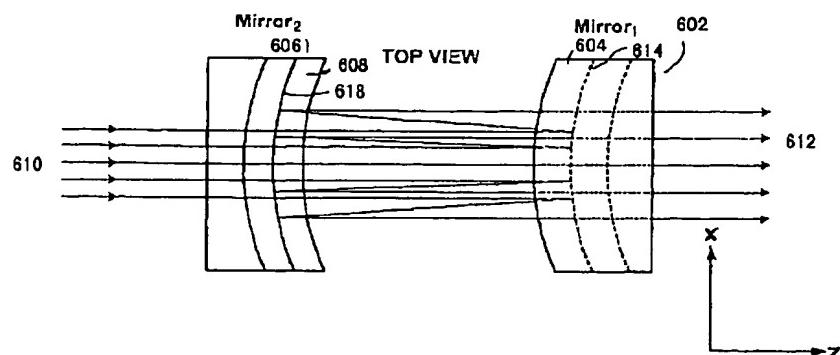
【図 5】



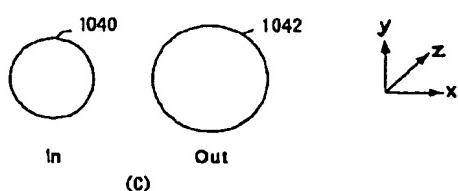
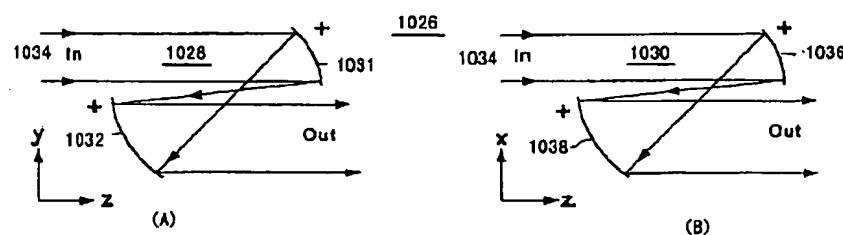
【図 6】



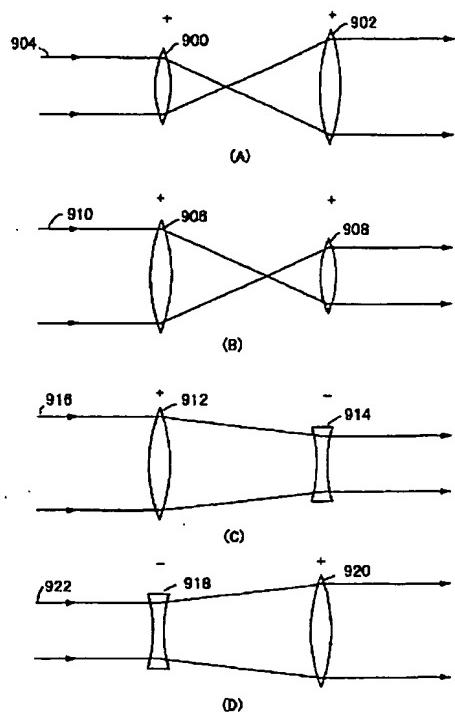
【図 7】



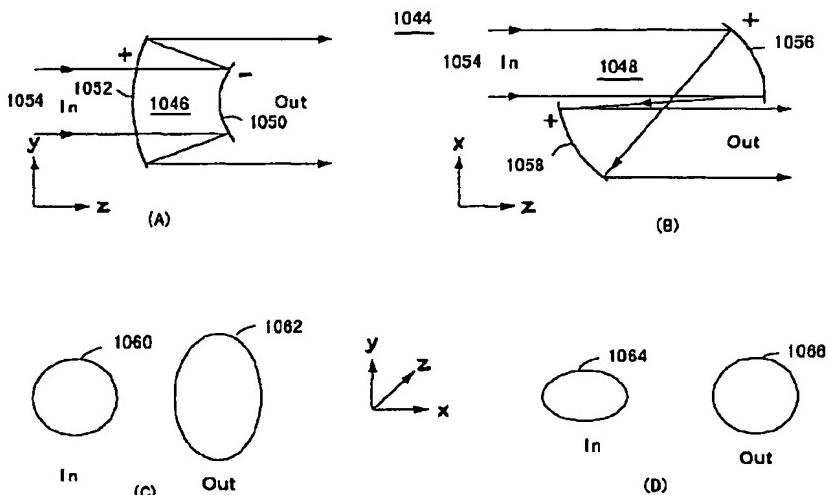
【図 11】



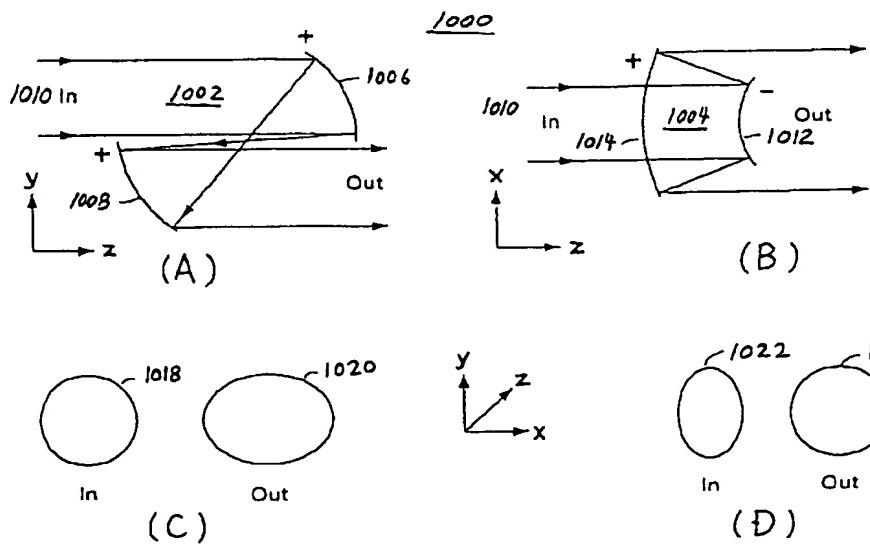
【図 9】



【図 12】



【図 10】



【図 13】

